

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Toshiharu KINOSHITA et al.

Serial No.: New Appln

Group Art Unit: Unassigned

Filed: March 18, 2004

Examiner: Unassigned

For: HIGH THERMAL CONDUCTIVE MATERIAL HAVING HIGH THERMAL  
CONDUCTIVITY AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

JAPAN

2003-073096

March 18, 2003

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

PARKHURST & WENDEL, L.L.P.



Roger W. Parkhurst

Registration No. 25,177

March 18, 2004

Date

RWP/klb

Attorney Docket No. WATK:263

PARKHURST & WENDEL, L.L.P.

1421 Prince Street, Suite 210

Alexandria, Virginia 22314-2805

Telephone: (703) 739-0220

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月18日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-073096  
Application Number:

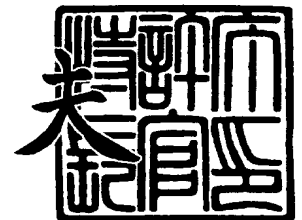
[ST. 10/C]: [JP 2003-073096]

出願人 日本碍子株式会社  
Applicant(s): エヌジーケー・アドレック株式会社

2003年12月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 WP04215

【提出日】 平成15年 3月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 C04B 41/85  
C04B 41/89  
C04B 41/90  
H01L 23/373

【発明の名称】 高熱伝導性放熱材及びその製造方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

【氏名】 木下 寿治

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

【氏名】 古宮山 常夫

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000237868

【氏名又は名称】 エヌジーケイ・アドレック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088616

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 一平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009689

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001231

【包括委任状番号】 9107747

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高熱伝導性放熱材及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成されてなることを特徴とする放熱材。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の放熱材であって、

該炭化珪素の結晶がお互いに結合し合っできた空隙に該金属シリコンが含浸されてなることを特徴とする放熱材。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の放熱材であって、

含浸された金属シリコンが 4 ～ 30 重量%で、且つ嵩比重が 2.95 以上 3.18 以下であり、熱伝導率が 190 W/mK 以上であることを特徴とする放熱材。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の放熱材であって、

含浸された金属シリコンが 4 ～ 20 重量%で、且つ嵩比重が 3.05 以上 3.18 以下であり、熱伝導率が 230 W/mK 以上であることを特徴とする放熱材。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の放熱材であって、

含浸された金属シリコンが 4 ～ 15 重量%であり、且つ嵩比重が 3.08 以上 3.18 以下であり、熱伝導率が 250 W/mK 以上であることを特徴とする放熱材。

【請求項 6】 請求項 3 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の放熱材であって、

熱膨張係数が  $3 \times 10^{-6} / K$  以下であることを特徴とする放熱材。

【請求項 7】 請求項 2 又は 3 に記載の放熱材を製造する製造方法であって、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤、または分散効果のあるバインダーを添加して、鋳込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させることを特徴とする放熱材の製造方法。

【請求項 8】 請求項 4 又は 5 に記載の放熱材を製造する製造方法であって、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤、または分散効果のあるバインダーを添

加して、鑄込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に有機樹脂を含浸・乾燥及び熱処理させた後、更に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させることを特徴とする放熱材の製造方法。

【請求項9】 請求項4又は5に記載の放熱材を製造する製造方法であって、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤、または分散効果のあるバインダーを添加して、鑄込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に有機樹脂を含浸・乾燥及び熱処理させた後、更に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させ、この後再度2100～2500℃で1～5時間熱処理をしてから減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させることを特徴とする放熱材の製造方法。

【請求項10】 請求項8又は9に記載の放熱材の製造方法であって、有機樹脂の残炭率が30重量%以上であることを特徴とする放熱材の製造方法。

【請求項11】 該基材に該有機樹脂を含浸、乾燥させた後、非酸化雰囲気にて、200～1000℃で熱処理される請求項8又は9に記載の放熱材の製造方法。

【請求項12】 該有機樹脂の含浸、乾燥及び熱処理を、少なくとも1回以上行う請求項8又は9に記載の放熱材の製造方法。

【請求項13】 該有機樹脂が、フェノール樹脂である請求項8～12のいずれか1項に記載の放熱材の製造方法。

【請求項14】 該炭化珪素粉末が、平均粒径が50～150 $\mu$ mの粗粒を30～60重量%、平均粒径が5～50 $\mu$ mの中間粒を1～5重量%、平均粒径が1～10 $\mu$ mの中間粒を1～5重量%、平均粒径が0.1～5 $\mu$ mの微粒を30～60重量%からなる組成である請求項7～13のいずれか1項に記載の放熱材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高熱伝導性放熱材及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、多数の半導体素子を含む電子機器が急速に普及しており、半導体集積回路は、微細加工技術の進展により、ますます高集積化し、同時に高速化、高出力化が進行しており、上記半導体素子を内蔵する電子機器を効率よく作動させるためには、適切な温度に保持することが重要であり、効率的な冷却、放熱対策が必要不可欠であった。

【0003】 放熱材は、半導体素子において発生した熱を効率良く排出し、半導体素子の性能、信頼性の低下を防止する重要な役割を果たしている。

尚、放熱材の構成材料としては、一般に、熱伝導度の良好な銅やアルミニウム等の金属材料が使用されてきた。

【0004】 現在、CPUやメモリ等のICチップにおいては、低消費電力を目的とした低電力駆動を図りながらも、半導体素子の高集積化と素子形成面積の拡大化に伴ってICチップ自体が大型化する傾向にある。

また、効率的な熱排出のため素子と放熱材との接着を高精度に行う必要が生じてきた。

ICチップが大型化すると、半導体基体（シリコン基板やGaAs基板）と放熱材との熱膨張の差によって生じる応力が大きくなり、ICチップと放熱材との接着精度の低下、剥離現象や機械的破壊が生じるおそれがあった。

【0005】 このため、放熱材の構成材料としては、単に熱伝導度を考えるのみでなく、半導体基体であるシリコン（Si）やGaAsと熱膨張率がほぼ一致し、しかも、熱伝導度の高い材料の選定が必要となってきた。

【0006】 ヒートシンク材の改善に関しては、多種多様の報告があるが、例えば、Cu（銅）-W（タングステン）、窒化アルミニウム（AlN）又はAl（アルミニウム）-SiCを用いることが知られている。

【0007】 特に、Cu-Wは、WとCuの高熱伝導性を兼ね備えた複合材料であり、しかも機械加工が容易であることから、微細複雑形状品の製造が可能であり、半導体装置の放熱材として好適である。

【0008】 また、AlNは、電気絶縁性が高く、誘電率が低い材料で各種メタライズ処理が可能であるだけでなく、熱伝導性と熱膨張性のバランスに優れて

おり、特にSiの熱膨張率とほぼ一致することから、半導体基体としてシリコン基板を用いた半導体装置の放熱材としてより好適である。

【0009】 更に、Al-SiCは、高い熱伝導性を有するとともに、ニアネット成形が可能であり、例えば、IC部品のリッド形状等を比較的簡単にできるため、半導体装置の放熱材として更に好適である。

【0010】 しかしながら、高度情報化社会の発展に伴い、その伝送手段であるレーザーダイオードの大出力化、LSIの高集積・高速・高性能化等、半導体素子の更なる性能向上に対応するため、上記Cu-W、Al-SiCよりもよりシリコンチップに近い低い熱膨張性を有し、AlNより高い熱伝導性を有する高熱伝導性放熱材が要求されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、実際の電子部品（半導体装置を含む）等で求められる熱膨張率と熱伝導率とのバランスに適合した特性を有するとともに、より高い熱伝導性を有する放熱材及びその製造方法が提供される。

【0012】

【課題を解決するための手段】 実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成され、該炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される空隙に該金属シリコンが含浸されてなる放熱材であって、含浸された金属シリコンが4～30重量%であり、且つ嵩比重が2.95以上3.18以下であり、熱伝導率が190W/mK以上であることを特徴とする放熱材（放熱材〔1〕）が提供される。

【0013】 また、実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成され、該炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される空隙に該金属シリコンが含浸されてなる放熱材であって、含浸された金属シリコンが4～20重量%であり、且つ嵩比重が3.05以上3.18以下であり、熱伝導率が230W/mK以上であることを特徴とする放熱材（放熱材〔2〕）が提供される。

【0014】 更に、実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成され、該炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される空隙に該金属シリコンが含浸されてなる放熱材であって、含浸された金属シリコンが4～15重量%であり、



且つ嵩比重が3.08以上3.18以下であり、熱伝導率が250W/mK以上であることを特徴とする放熱材（放熱材〔3〕）が提供される。

尚、上記放熱材〔1〕～〔3〕は、熱膨張係数が $3 \times 10^{-6}/K$ 以下であることが好ましい。

【0015】 次に、本発明によれば、実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成され、該炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される空隙に該金属シリコンが含浸されてなる放熱材の製造方法であって、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤、または分散効果のあるバインダーを添加して鑄込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させることを特徴とする放熱材の製造方法が提供される。

【0016】 また、本発明によれば、実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成され、該炭化珪素の結晶がお互いに結合し合っでできた空隙に該金属シリコンが含浸されてなる放熱材の製造方法であって、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤を添加して、または分散効果のあるバインダーを添加して鑄込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に有機樹脂を含浸・乾燥及び熱処理させた後、更に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させることを特徴とする放熱材の製造方法が提供される。

更に、本発明によれば、ここで金属シリコンを含浸した後、再度2100～2500℃で1～5時間熱処理してから金属シリコンを含浸させることを特徴とする放熱材の製造方法が提供される。

【0017】 このとき、本発明の製造方法では、有機樹脂が基材に含浸された後、非酸化雰囲気にて、200～1000℃で熱処理されることが好ましい。

また、本発明の製造方法では、有機樹脂の含浸・乾燥及び熱処理を少なくとも1回、より好ましくは、2～3回行うことが好ましい。

更に、本発明の製造方法では、有機樹脂がフェノール樹脂であることが好ましい。

【0018】 尚、本発明の製造方法では、SiC粉末が、平均粒径が50～1

50  $\mu\text{m}$  の SiC 粗粒を 30～60 重量%、平均粒径が 5～50  $\mu\text{m}$  の SiC 中間粒を 1～5 重量%、平均粒径が 1～10  $\mu\text{m}$  の SiC 中間粒を 1～5 重量%、平均粒径が 0.1～5  $\mu\text{m}$  の SiC 微粒を 30～60 重量% からなる組成であることが好ましい。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】 本発明のヒートシンク材は、実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成され、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合っできた空隙に金属シリコンが含浸されてなるものであり、炭化珪素が実質的に  $\alpha$ -SiC からなり、含浸された金属シリコンが 4～30 重量% であり、且つ嵩比重が 2.95 以上 3.05 以下であり、熱伝導率が 190 W/mK 以上であるもの（放熱材 [1]）、及び炭化珪素が実質的に  $\alpha$ -SiC 及び  $\beta$ -SiC からなり、含浸された金属シリコンが 4～20 重量% であり、且つ嵩比重が 3.05 以上 3.18 以下であり、熱伝導率が 230 W/mK 以上であるもの（放熱材 [2]）、である。

【0020】 これにより、本発明のヒートシンク材は、実際の電子部品（半導体装置を含む）等で求められる熱膨張率と熱伝導率とのバランスに適合した特性を有するとともに、より高い熱伝導性を有することができる。

【0021】 ここで、本発明の放熱材（放熱材 [1]）は、炭化珪素が実質的に  $\alpha$ -SiC（六方晶型および斜方晶炭化珪素）からなる場合、含浸された金属シリコンが 4～30 重量%（より好ましくは、20～30 重量%）であることが好ましい。

これは、熱伝導率が炭化珪素は 300 W/mK 程度であるのに対し金属シリコンは 140 W/mK と炭化珪素の方が高く、金属シリコンが 30 重量% より多くなると、熱伝導率が 190 W/mK を満足できなくなるからである。

また、理想的には金属シリコン量が 20 重量% よりも少ないほうが良いが、そのためには基材の気孔率をより少なくする必要がある。

しかしながら、現実的に一回の成形から炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成させる工程において気孔率を金属シリコンが 20 重量% 未満になるまで低減させるのはコスト的に困難である。

このとき、上記放熱材 [1] は、嵩比重が 2.95 以上であることが好ましい

。

これは、嵩比重が2.95未満である場合、得られた焼成体（放熱材）の嵩比重、即ちSiC含有量が十分でなく、熱伝導率が低下してしまうからである。

【0022】 また、本発明の放熱材（放熱材[2]）は、炭化珪素が実質的に $\alpha$ -SiC（六方晶および斜方晶型炭化珪素）及び微量の $\beta$ -SiC（立方晶型炭化珪素）からなる場合、含浸された金属シリコンが炭化珪素100重量%に対して4～20重量%であることが好ましい。

これは、熱伝導率が炭化珪素は300W/mK程度であるのに対し金属シリコンで140W/mKと炭化珪素の方が高く、金属シリコンが15重量%以上だと熱伝導率が230W/mKを満足できなくなる。また、理想的には金属シリコンは存在せず全てが炭化珪素で構成されたほうが良いが、そのためには出発原料に超微粉原料を用いた緻密質炭化珪素基材とする必要がある。しかしながらこのような手段では原料コストが効果でありコスト的にメリットがないからである。

【0023】 このとき、上記放熱材[2]は、嵩比重が3.05以上であることが好ましい。

これは、嵩比重が3.05未満である場合、得られた焼成体（放熱材）の嵩比重、即ちSiC含有量が十分でなく、熱伝導率が低下してしまうからである。

また、上記放熱材[2]の熱伝導率を250W/mK以上にする場合（放熱材[3]の場合）、少なくとも、嵩比重を3.08以上にすることが好ましい。

【0024】 尚、本発明の放熱材は、高い熱伝導性を有するとともに、低い熱膨張性を有することが重要であるため、上記放熱材[1]～[3]は、熱膨張係数が $3 \times 10^{-6}/K$ 以下であることが好ましい。

【0025】 本発明のヒートシンク材の製造方法は、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤、または分散効果のあるバインダーを添加して鋳込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させてなるものである。

また、本発明では、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤または分散効果のあるバインダーを添加して鋳込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2

500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に有機樹脂を含浸・熱処理させた後、更に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させてなるものである。

【0026】 ここで、本発明の製造方法の主な特徴は、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材に金属シリコンを含浸する前に、有機樹脂を含浸・熱処理することにより、前駆体である炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材の空隙部に有機樹脂から生成した多孔質の炭素（C）を充填することにある。

これにより、得られた基材に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させると、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材の空隙部に有機樹脂から生成した多孔質の炭素（C）が金属シリコン（Si）と反応してSiC（炭化珪素）となり体積膨張し、隙間部に充填されるので、得られたヒートシンク材の嵩比重、即ち炭化珪素含有量を向上することができ、ひいては、熱伝導率を大幅に向上することができる。

【0027】 このとき、本発明の製造方法では、有機樹脂を基材に含浸した後、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材の隙間部に有機樹脂と金属シリコンとをより良く反応させ最大限炭化珪素を生成させるため、熱処理を行うことが好ましい。

熱処理された基材は、非酸化雰囲気下、200～1000℃の熱処理で、有機樹脂を炭化することにより、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材の空隙部に分解ガスが発生し気孔外に放出された際に生成される細かな経路を持つ多孔質の炭素（C）が充填される。

【0028】 また、本発明の製造方法では、有機樹脂の含浸および熱処理を少なくとも1回、より好ましくは、2～3回行うことが好ましい。

これは、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材の隙間部に、有機樹脂を充填しすぎると、隙間部における気孔の閉塞、気孔径縮小等により、金属シリコン（Si）が十分行き渡らなくなるため、十分に炭化珪素の生成が得られず得られた焼結体（放熱材）の嵩比重が低下してしまうからである。

【0029】 更に、本発明の製造方法では、有機樹脂がフェノール樹脂である

ことが好ましい。

これは、フェノール樹脂の特徴として、液体であるため炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材の気孔内に均一に充填できるだけでなく、残留炭素が高く、炭化することにより、強度の高いガラス状カーボンが得られるとともに、熱硬化性樹脂であるので、有機樹脂を基材に含浸した後、熱処理することにより、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材の隙間部に均一に多孔質の炭素（C）を定着させることができるからである。

【0030】 本発明で用いるフェノール樹脂は、特に限定されないが、ヘキサミンを添加したノボラックを用いることが、平均分子量が高く、高い残炭率を示すため好ましい。

【0031】 尚、本発明で用いる炭化珪素粉末は、平均粒径が $50 \sim 150 \mu\text{m}$ の粗粒を $30 \sim 60$ 重量%、平均粒径が $5 \sim 50 \mu\text{m}$ の中間粒を $1 \sim 5$ 重量%、平均粒径が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の中間粒を $1 \sim 5$ 重量%、平均粒径が $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ の微粒を $30 \sim 60$ 重量%からなる組成であることが好ましい。

これは、平均粒径が $50 \sim 150 \mu\text{m}$ の粗粒が $30$ 重量%より小さいと、成形体の充填密度が低下すると共に熱伝導に有利な炭化珪素粗粒の比率が低下し熱伝導率が小さくなってしまうからである。

一方、 $60$ 重量%よりも多くなると、鑄込成形用スラリーまたはプレス成形用粉末の流動性が悪化し成形体の充填密度が低下する。

【0032】 平均粒径が $5 \sim 50 \mu\text{m}$ の第一の中間粒は、粗粒と微粒との間にできる隙間に充填されより高い成形体密度が達成できる。第一の中間粒が $1$ 重量%よりも少ない場合、炭化珪素粒子の充填が不十分となり成形体の充填密度向上に寄与しない。一方、 $5$ 重量%よりも多くなると、過剰分より逆に炭化珪素粒子間の隙間を押し広げてしまう現象が生じ、成形体の充填密度が低下し熱伝導率が低下する。

【0033】 また、本発明では、平均粒径が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の第二の中間粒を添加することにより粗粒、微粒、第一の中間粒により形成された隙間への粒子充填が可能でより高い成形体の充填密度が得られる。第二の中間粒が $1$ 重量%よりも少ない場合、同様に炭化珪素粒子の充填が不十分となり成形体の密度向上に寄与

しない。一方、5重量%よりも多くなると、過剰分より逆に炭化珪素粒子間の隙間を押し広げてしまう現象が同様に生じ成形体の充填密度が低下し熱伝導率が低下する。

【0034】 更に、本発明では、平均粒径が0.1～5  $\mu\text{m}$ の微粒が30重量%よりも少なくなると、成形体充填密度が低下すると共に再結晶化時に微粉の昇華によって得られる炭化珪素雰囲気が十分でなく炭化珪素同士のネッキングが十分行われず熱伝導率が低下する。

一方、60重量%よりも多くなると、成形時の充填密度が低下し熱伝導率が低下する。

【0035】

【実施例】 本発明を実施例に基づいて、更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限られるものではない。

(実施例1～7)

炭化珪素粉末（平均粒径が100  $\mu\text{m}$ のSiC粗粒を48重量%、平均粒径が30  $\mu\text{m}$ の第一の中間粒を3重量%、平均粒径が2  $\mu\text{m}$ の第二の中間粒を2重量%、平均粒径が2  $\mu\text{m}$ のSiC微粒を47重量%からなる組成にアクリル系有機バインダー及びポリカルボン酸系分散剤を添加しスラリーを作成後スプレードライヤーにて造粒粉末を得た。得られた造粒粉末は成形圧力を変えてプレス成形にて成形体（実施例1～5）を得た。また、同様に得られたスラリーにて鋳込み成形にて成形体（実施例6及び実施例7）を得た。

【0036】 得られた成形体を、2300℃で3時間熱処理（再結晶化）し、再結晶体の基材を得た（実施例1及び実施例2）。また、得られた基材に、有機樹脂（10重量%のヘキサミンが添加されたノボラック系フェノール樹脂）を真空デシケーター内で30分間真空含浸後、真空デシケーター内から取り出して、含浸後の基材表面の過剰分をふき取った。

金属製皿にポリテトラフルオロエチレン（商標名：テフロン）シートを敷いて、この上に含浸後の基材を積載して、乾燥器内で160℃で1時間保持することにより、含浸された有機樹脂の硬化処理を行った（実施例3及び実施例6）。

更に、フェノール樹脂の含浸、乾燥、熱処理を2回繰り返したもの（実施例4

及び実施例 7)、3 回繰り返したもの(実施例 5)を得た。

【0037】 得られたフェノール含浸処理後の基材に、減圧雰囲気下 1500℃で金属シリコンを含浸させることにより、Si-SiC からなるヒートシンク材を得た。得られたヒートシンク材について、金属シリコン含浸前に気孔率、嵩比重、含浸後に嵩比重の測定を行うとともに、得られたヒートシンク材の SiC および金属 Si 含量及び室温時における熱伝導率、熱膨張係数の評価を行った。その結果を表 1 に示す。

また、従来の放熱材との室温時における嵩比重、熱伝導率、熱膨張係数の評価比較を表 2 に示す。

#### 【0038】

(比較例)

実施例 1 よりも低い成形圧でプレス成形した成形体を、2300℃で 3 時間熱処理(再結晶化)した後、減圧雰囲気下 1500℃で金属シリコンを含浸させることにより、Si-SiC からなる放熱材を得た。得られた放熱材について、同様の特性の評価を行った。その結果を表 1 に示す。

#### 【0039】

【表 1】

	基材(再結晶SiC体)				放熱材(SiSiC材)				
	金属Si含浸前		フェノール樹脂		金属Si含浸後		含有量		
	嵩比重	気孔率	含浸・熱処理回数	嵩比重	熱伝導率	熱膨張係数	SiC量	Si量	
	(-)	(%)	(回)	(-)	(W/mK)	( $\times 10^{-6}$ )	(wt%)	(wt%)	
実施例1	2.26	29.6	なし	2.95	190	2.8	70	30	
実施例2	2.58	19.8	なし	3.04	234	2.8	80	20	
実施例3	2.58	19.8	1	3.08	253	2.8	85	15	
実施例4	2.58	19.8	2	3.14	265	2.9	92	8	
実施例5	2.58	19.8	3	3.18	278	2.9	96	4	
実施例6	2.68	16.5	1	3.14	268	2.8	92	8	
実施例7	2.68	16.5	2	3.18	282	2.9	96	4	
比較例	2.09	33.6	なし	2.91	170	2.8	65	35	

【0040】



【表 2】

	放熱材		
	嵩比重	熱伝導率	熱膨張係数
	(—)	(W/mK)	( $\times 10^{-6}$ )
実施例5	3.18	278	2.9
比較例	2.91	170	2.8
Cu-W材	16	230	8
AlN材	3.3	180	4.5
Al-SiC材	2.7	180	12

## 【0041】

(考察)

実施例 1 ～ 7 では、成形体充填密度を向上させた炭化珪素の結晶がお互いに結合し合う網目状に構成される基材に金属シリコンを含浸する前に、有機樹脂を含浸・熱処理することにより、基材の空隙部に有機樹脂から生成される多孔質の炭素 (C) が充填され、その炭素 (C) が金属シリコン (Si) と反応して SiC (炭化珪素) となり、空隙部を充填することができる。

これにより、得られた放熱材 (実施例 1 ～ 7) の嵩比重、即ち炭化珪素含有量を向上することができるとともに、比較例や従来の放熱材と比較して、熱伝導率を大幅に向上することができた (表 1 及び表 2 参照)。

## 【0042】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明の放熱材及びその製造方法は、実際の電子部品 (半導体装置を含む) 等で求められる熱膨張率と熱伝導率とのバランスに適合した特性を有するとともに、より高い熱伝導性を有することができる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 実際の電子部品（半導体装置を含む）等で求められる熱膨張率と熱伝導率とのバランスに適合した特性を有するとともに、より高い熱伝導性を有する放熱材及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 実質的に炭化珪素と金属シリコンから構成され、炭化珪素の結晶がお互いに結合し合ってできた空隙に金属シリコンが含浸されてなる放熱材である。その製造方法は、炭化珪素粉末に有機バインダー及び分散剤、または分散効果のあるバインダーを添加して鋳込み成形又はプレス成形で成形し、2100～2500℃で1～5時間熱処理して得られた基材に有機樹脂を含浸・乾燥及び熱処理させた後、更に、減圧雰囲気下1450～1800℃で金属シリコンを含浸させるものである。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 3 - 0 7 3 0 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 0 6 4 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年    8 月 2 4 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住    所

愛 知 県 名 古 屋 市 瑞 穂 区 須 田 町 2 番 5 6 号

氏    名

日 本 碍 子 株 式 会 社

特願 2 0 0 3 - 0 7 3 0 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 7 8 6 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号

氏 名

エヌジーケイ・アドレック株式会社